

主論文の要旨

**The impact of the dominant frequency of body surface  
electrocardiography in patients with persistent atrial  
fibrillation**

〔 持続性心房細動患者における体表面心電図の  
dominant frequency 解析について 〕

名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻  
病態内科学講座 循環器内科学分野

(指導：室原 豊明 教授)

村瀬 陽介

## 【緒言】

現在高齢化が進んでいる本邦において、高齢者に発症頻度の高い心房細動診療は重要となってきた。心房細動患者の問題点として脳塞栓症の発症や心不全増悪が挙げられ、心房細動患者の予後は心房細動の無い患者と比較すると不良である。心房細動に対する治療として薬物による洞調律維持や心拍数調節治療が行われてきたが、近年非薬物治療であるカテーテルアブレーションの有効性が報告され世界的に広く行われるようになってきている。心房細動の病期は「発作性」、「持続性」、「永続性」とに分類され、心房細動の持続期間が長くなるにつれカテーテルアブレーションの治療成績が低下する。心房細動が持続するようになると心房筋線維化による心房リモデリングが進み、さらに心房細動波の興奮周期が短縮して心房細動が維持されやすくなる。このことから、心房細動波の興奮周期を解析することで心房リモデリングの程度を評価することが可能となり、カテーテルアブレーションの治療効果が予測できる可能性がある。心房細動波の興奮周期の解析にあたり、実際の体表面心電図の波形では心房細動波の波高が低く周期の計測が手法的には困難であることが多い。そのような場合に興奮周期を客観的に評価する方法として心房細動波の周波数解析が行われている。今回我々は体表面 12 誘導心電図の心房細動波から周波数解析である高速フーリエ変換 (FFT) 解析より得られた Dominant Frequency (DF) を用いて、持続性心房細動患者においてカテーテルアブレーションの予後が予測できるかどうか検討を行った。

## 【方法】

名古屋大学医学部附属病院で 2009 年 1 月から 2016 年 12 月までの期間に持続性心房細動に対する初回カテーテルアブレーションを施行した 125 症例を対象とした。アブレーション術前に記録した体表面 12 誘導心電図の心房細動波を、専用のオフライン用コンピューターソフト: CEPAS (Cuoretech Pty Ltd, Sydney, Australia) を使用して解析を行った。まず記録した体表面 12 誘導心電図の 10 秒間の波形のうち、QRST 波形について CEPAS 解析ソフトを使用して自動的に除外を行い、心房細動の f 波成分のみの波形を抽出した。この f 波のみの心電図データを FFT 解析し、得られた周波数成分の中で最も優位な周波数を DF とした (Figure 1)。アブレーション術後 30 秒以上持続する心房性不整脈の出現を再発と定義して検討を行った。

## 【結果】

アブレーション後 34 人 (27%) の患者に心房性不整脈の再発がみられた。再発群と非再発群の間では患者背景による差はみられなかった (Table 1)。DF 値については、再発がみられた群では、aVL 誘導 ( $7.2 \pm 0.7$  Hz vs  $6.6 \pm 0.9$  Hz,  $p < 0.001$ ) と V1 誘導 ( $7.4 \pm 0.8$  Hz vs  $6.7 \pm 0.7$  Hz,  $p < 0.001$ ) で有意に高値であった (Table 2)。アブレーション中に心内に留置している電極カテーテルから得られた心内心電図から心房細動波の興奮周期を計測したところ、左心耳 ( $137 \pm 12$  msec vs  $147 \pm 15$  msec,  $p = 0.008$ ) と右房自由壁 ( $158 \pm 21$  msec vs  $167 \pm 21$  msec,  $p = 0.034$ ) の興奮周期は心房性不整脈が再発した患者

において有意に短かった (Table 3)。また体表面 12 誘導心電図と心内心電図の相関をみたところ、aVL 誘導の DF 値と左心耳の心房細動波興奮周期 ( $r = 0.602, p < 0.001$ )、V1 誘導の DF 値と右房自由壁の心房細動波興奮周期 ( $r = 0.73, p < 0.001$ ) に有意な相関関係を認めた (Figure 2)。ROC 曲線を用いて、aVL 誘導は 6.9 Hz (感度 80%, 特異度 63%, AUC 0.717,  $p = 0.001$ )、V1 誘導は 7.1 Hz (感度 72%, 特異度 67%, AUC 0.755,  $p < 0.001$ ) をカットオフ値と設定した (Figure 3)。カプランマイヤー生存曲線では、DF 値は aVL 誘導が 6.9 Hz 未満 (88% vs 45%,  $p < 0.001$ )、V1 誘導が 7.1 Hz 未満 (87% vs 47%,  $p < 0.001$ ) の群でそれぞれ有意に心房性不整脈の再発が少なかった (Figure 4)。

### 【考察】

心房細動が発生し持続するようになると心房内に構造的や電氣的リモデリングといった変化が生じる。構造的リモデリングは心房筋の線維化や心房拡大として認められ、電氣的リモデリングは心房細動波の興奮周期短縮により心房筋線維化が進展することで認められる。この構造的、電氣的リモデリングによって心房細動が維持されやすくなり、心房細動が持続するようになる。また心房内リモデリングが進展した症例においてはカテーテルアブレーション後の再発が多くなり成績が悪くなることが以前の研究により報告されている。本研究では体表面心電図における心房細動波の興奮周期について、周波数解析である FFT 解析から得られた DF 値を使用することにより、持続性心房細動に対するカテーテルアブレーションの効果を検討した。DF 値とカテーテルアブレーションの関係について過去の研究では、左心耳で記録された心内心電図から得られた DF 値が低値であるとアブレーション中の心房細動が停止した症例が有意に多かったと報告されている。また少数例の持続性心房細動の体表面心電図を用いた報告では、II 誘導から得られた DF 値が低値であるとアブレーション後の再発が少なかったとする報告もある。体表面心電図と心内心電図との関係については、67 個の誘導が同時に記録可能な上半身に装着するベスト型の記録装置を使用した検討では、体表に距離的に近い心内位置での心電図が体表面心電図の電極位置によく反映されることが報告されている。

本研究では、持続性心房細動患者に対するカテーテルアブレーション後の再発について、体表面 12 誘導心電図の aVL 誘導、V1 誘導の DF 値が高値である症例が有意にアブレーション後の再発が多いことが示された。体表面 12 誘導心電図は日常臨床で頻繁に使用され、記録についても簡便に行える検査であるため、体表面 12 誘導心電図から得られた DF 値を用いてアブレーション後の成績が予測できることは临床上非常に意義のあることと考えられる。また、aVL 誘導の DF 値は左心耳の心房細動興奮周期と、V1 誘導の DF 値は右房自由壁の心房細動興奮周期と相関関係があった。これらの結果から、aVL 誘導と V1 誘導の高い DF 値は持続性心房細動患者において、心房内の電氣的リモデリングの進展を表している可能性が考えられ、アブレーション後の再発が多い理由の一つとして考えられた。

**【結語】**

持続性心房細動患者においてアブレーション前の体表面12誘導心電図のaVL誘導、V1誘導のDF値が高値であると、アブレーション後の心房性不整脈の再発率が有意に高くなる。このことから体表面12誘導心電図からのDF解析はアブレーション後の予後を予測できる可能性が示された。